

Министерство образования и науки Республики Калмыкия
МОБУ «Троицкая средняя общеобразовательная школа»

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
имени Б.В. Всесвятского

Номинация: **Экологический мониторинг**

Тема работы: **«Определение показателей качества питьевой воды»**

Автор:

Бакшудаева Екатерина Арсланговна
учащаяся 9 «б» класса
МОБУ «Троицкая СОШ»
359180 с. Троицкое, ул.Победы, 75,75а

Руководитель:

Очирова Екатерина Георгиевна,
учитель химии
МОБУ «Троицкая СОШ»
т. 89615446347, ochirova-eg@yandex.ru

с. Троицкое, 2024 год

Оглавление

Введение	3
Глава 1 Обзор литературы	4
1.1 Характеристика района исследования	4
1.2 Химические показатели состава воды	4
1.3 Современные эффективные методы очистки питьевой воды	5
1.4 Водородный показатель и его роль в химии	8
1.5 Потенциометрическое определение величины рН	9
1.6 Проблема питьевой воды в Калмыкии и способы ее решения	10
1.7 Водоснабжение села Троицкое	11
Глава 2 Объекты и методы исследования	12
2.1 Объекты исследования	12
2.2 Методика определения жесткости	12
2.3 Методика выполнения измерений рН потенциометрическим методом	12
2.4 Методика определения нитрат-ионов и хлорид-ионов	13
2.5 Принцип работы системы капиллярного электрофореза «Капель-105М»	13
Глава 3 Результаты исследования	15
3.1 Система водоочистки	15
3.2 Результаты анализа образцов воды	15
Выводы	17
Заключение	17
Список использованной литературы	18
Приложение	

Введение

Население Республики Калмыкия испытывает острый дефицит в питьевой воде. Последние десятилетия обеспечение водой является одной из первоочередных проблем, так как оно связано с жизнеспособностью всего населения республики и затрагивает экологические, медико-гигиенические, технологические и другие вопросы.

По данным ООН, через десятилетие двоих из трех людей коснется нехватка воды в мире. А уже к середине 21 века 75% населения окажется в такой же плачевной ситуации. Количество людей на Земле растет с каждым днем, а с ними и потребность в питьевой воде. То есть, если ежегодный прирост людей составляет 84 млн. человек, то необходимый прирост водных ресурсов должен быть, как минимум 60 млн. кубометров. Неправильное использование природных ресурсов приводит к их быстротечному расходу, ведь грунтовые воды восстанавливаются очень медленно – 1% в год. На сегодняшний день на каждого жителя планеты Земли приходится около 750 куб. м. в год пресной воды, к 2050 году этот показатель уменьшится до 450 куб.м.[11]

Калмыкия находится в зоне водного дефицита, источники водоснабжения имеют высокую минерализацию: при нормативе 1 г/л, в республике этот показатель в среднем 2 г/л и выше. В настоящее время только 7,4% населения республики обеспечены качественной питьевой водой.

В каждой семье проблема обеспечения питьевой водой решается по-разному, но все большее количество жителей села Троицкое использует воду из водоматов. Вендинговые киоски по продаже воды устанавливаются в подъездах жилых домов или на улице во дворе, и подключаются к основному фильтрующему модулю, где установлена система многоступенчатой мембранной фильтрации, которая и готовит чистую питьевую воду для последующей реализации. Количество таких автоматов увеличивается, насколько качество продаваемой питьевой воды соответствует принятым санитарно-гигиеническим нормам?

Одним из главных показателей является жесткость воды, а также влияет на качество и вкус воды содержание некоторых катионов и анионов [6].

Целью данной работы является оценка качества питьевой воды из автоматов по важнейшим показателям.

Задачи:

- 1) изучить применяемые системы водоочистки;
- 2) определить жесткость и водородный показатель проб воды;
- 3) определить содержание анионов в образцах;
- 4) определить содержание катионов в пробах воды питьевой;
- 5) проанализировать соответствие воды санитарно-гигиеническим нормам.

Глава 1. Обзор литературы

1.1 Характеристика района исследования

Целинный район расположен на территории водоносного Ергенинского горизонта, здесь содержатся пресные подземные воды с минерализацией до 1,5 г/л в междуречье р. Яшкуль и б. Булгун, и на водоразделе балок р. Яшкуль и Могута [3]. Глубина залегания составляет 73-74 м. Основными факторами, определяющими дефицит пресных подземных вод в районе, является наличие мощного глинистого покрова четвертичного возраста и аридный климат, характеризующийся малым количеством атмосферных осадков и большой величиной испаряемости. Подземные воды Ергенинского горизонта на участке одного из водозаборов характеризуется следующим химическим составом:

Cl 43 SO₄ 31 HCO₃ 26 / (Na+K) 74,5 Ca 16 Mg 9,5 pH 7,7

Минерализация вод изменяется в пределах 600-1100 мг/дм³, составляя в среднем 885 мг/дм³. Подземные воды Ергенинского горизонта относятся к натриевым водам смешанного анионного состава.

1.2 Химические показатели состава воды

Минерализация воды - показатель количества содержащихся в воде растворенных веществ. Для оценки минерализации вод применяется величина удельной электропроводности, которая является приблизительным показателем концентрации солей. Общее количество солей принято называть соленостью. На минерализацию вод влияют как природные факторы, так и воздействие человека [8].

Кроме природных факторов, на общую минерализацию воды большое влияние оказывают промышленные сточные воды, городские ливневые стоки (особенно когда соль используется для борьбы с обледенением дорог). По данным Всемирной Организации Здравоохранения надежные данные о возможном воздействии на здоровье повышенного содержания солей отсутствуют. Поэтому по медицинским показаниям ограничения ВОЗ не вводятся. Обычно хорошим считается вкус воды при общем содержании до 600 мг/л, однако уже при величинах более 1000—1200 мг/л вода может вызвать нарекания у потребителей. Поэтому по органолептическим показаниям ВОЗ рекомендован верхний предел минерализации в 1000 мг/л. Разумеется, уровень приемлемости общего содержания в воде сильно варьируется в зависимости от местных условий и сложившихся привычек. По классификации О.А. Алекина, речные воды делят на три класса: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. Класс природных вод обозначается символом соответствующего аниона: С — HCO₃⁻, S — SO₄²⁻, Cl — Cl⁻ [10]. В пределах каждого класса выделяют три группы по эквивалентному преобладанию ионов кальция, магния или суммы натрия и

калия, а в каждой группе три типа по соотношению жесткости и щелочности. Воды подавляющего числа рек на Земле имеют небольшую минерализацию (менее 0,5 г/кг). Минерализация воды лишь некоторых рек больше приведенного значения, однако, она выходит за пределы минерализации пресных вод, то есть меньше 1 г/кг.

Таблица 1

Классификация вод по минерализации

Минерализация, г/л	Наименование вод
Меньше 0,2	Ультрапресные
0,2– 0,5	Пресные
0,5 – 1,0	С повышенной минерализацией
1 – 3	Солоноватые
3 – 10	Соленые
10 – 35	С повышенной соленостью
35 – 50	Переходные к рассолам
50 – 400	Рассолы

1.3 Современные эффективные методы очистки питьевой воды

Физико-химические методы очистки и обеззараживания питьевой воды

Самый популярный метод, используемый для очистки питьевой воды, - физико-химический. Основные современные способы очистки (обезжелезивание, ионный обмен, обратный осмос) включены в данную группу[11].

Применяемые методы для очистки питьевой воды, входящие в эту группу весьма разнообразны, и способы справиться со всеми самыми распространенными типами загрязнения воды. Они отличаются высокой производительностью и эффективностью, и, что самое важное, абсолютно безопасны для человека, растений и животных.

Технологии подготовки питьевых вод с помощью обезжелезивания и аэрации

Результатом обезжелезивания является полное извлечение из воды железа и марганца. В зависимости от валентности присутствующего металла применяют разные схемы очистки питьевой воды от железа. Два наиболее популярных: реагентный с помощью введения окислителей, безреагентный с использованием катализаторов окисления и метод аэрации.

Аэрация позволяет избавиться от самого распространенного вида железа - двухвалентного. Сущность данной схемы водоподготовки питьевой воды - насыщение воды кислородом, под действием которого железо из растворенной формы переходит в твердую, впоследствии отделяемую механической очисткой.

Данные современные способы очистки питьевой воды безопасны, улучшают вкус воды и сравнительно не дороги. К минусам системы можно отнести узконаправленность метода, необходимость соблюдения определенного РН воды, необходимость регулярной смены фильтра.

Аэрация и фильтры обезжелезивания применяются как для промышленной очистки питьевой воды, так и для малых населенных пунктов и частных домов[4].

Ионообменные методы подготовки воды для хозяйственно питьевого потребления

Принцип работы ионообменных фильтров заключен в действии специальной смолы[5]. Когда вода проходит через фильтр умягчения, происходит реакция ионного обмена, так смоле удается удерживать ионы кальция, магния, насыщая воду полезным натрием или нейтральным водородом. Получаемые соли являются безвредными, не выпадают в осадок и не вызывают накипи. Также смолы улавливают вредные тяжелые металлы. Применяются системы совместно с фильтром грубой очистки и, когда минерализация воды находится на уровне более 100 мг на 1 л. Среди недостатков таких методов подготовки питьевой воды выделяют:

- необходимость частой регенерации смолы;
- невысокая скорость очистки.

Данный способ относится к наиболее эффективным методам очистки питьевой воды и сточных вод.

Обратный осмос - современный метод очистки питьевой воды

Системы очистки воды, в основе которых лежит процесс обратного осмоса, считаются универсальным способом. Эффективность данного метода очистки питьевой воды до 99%. Процесс строится на действии физических сил, под влиянием которых чистая вода проходит сквозь полупроницаемую мембрану, а примеси (механические, растворенные соли, металлы) остаются в исходном растворе и в последствии выводятся в сток. Самая важная составляющая для осуществления процесса - достаточный напор воды.

Выделяют два основных недостатка обратноосмотического способа подготовки питьевой воды: неспособность улавливать летучие компоненты, такие как хлор и летучая органика, и полная деминерализация воды. Поэтому в установках обратного осмоса используют фильтры предобработки и послеобработки.

Обеззараживание - основной метод очистки питьевой воды от микробиологического загрязнения

Методы обеззараживания служат для уничтожения вредных микроорганизмов, вирусов и бактерий. Существует несколько методов очистки питьевой воды:

- хлорирование;
- озонирование;
- йодирование;
- термическая обработка;
- применение ультразвуковых установок;
- использование серебра.

Каждый метод очистки питьевой воды от бактерий имеет свои плюсы и минусы, оказывая или нет влияние на здоровье человека. Наибольшую эффективность имеют комбинированные бактерицидные установки, предназначенные для обеззараживания воды небольших объемов и применения в бытовых целях.

Подготовка питьевой воды с помощью сорбции

Данный метод очистки питьевой воды с помощью угольных фильтров в России используется для того, чтобы проводить эффективную очистку воды в больших объемах. Он подходит для глубокой очистки воды любого назначения, а также в качестве этапа водоподготовки и заключительного этапа очистки.

Действующее вещество - сорбент, который способен удерживать на своей поверхности вредные вещества за счет пористой структуры. Обычно используются активированные угли, силикагели, алюмогели, цеолиты. Данный способ очистки питьевой воды позволяет избавиться от нитратов, гербицидов и пестицидов, фенолов, ПАВ и т.д.[5].

Флотация - новый метод очистки питьевой воды

Принцип работы систем на основе процесса флотации сводится к насыщению воды пузырьками воздуха, которые способны улавливать взвешенные частицы загрязняющих компонентов, выводя их на поверхность и образуя пену, которая в свою очередь удаляется механическим способом. Часто вместо обычного воздуха используют химические компоненты. Метод подготовки воды питьевого качества применяется в основном для очистки от нефтепродуктов, масел и других компонентов, которые не поддаются удалению другими методами. Это достаточно эффективный, но узконаправленный метод, который применяется в основном в промышленной водоподготовке.

Электродиализ и электродеионизация - специальные методы очистки питьевой воды

Метод электродиализа и электродеионизации сочетает в себе наличие ионообменной мембраны и подключенных к постоянному току электродов. Таким способом происходит обессоливание и удаление вредных ионов. Так,

под действием тока ионы веществ движутся к электродам и «встречаются» с заряженными мембранами, которые и осуществляют процесс фильтрации. В результате получаются два раствора: чистая вода и концентрат. Данный метод очистки и обеззараживания питьевой воды применяется на химических предприятиях, и служит отличным способом для вторичной переработки концентрата.



Фото 1. Фильтр « 7 ступеней очистки», Центр здоровой семьи «Герел» г.Элиста

1.4 Водородный показатель и его роль в химии

Водородный показатель характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде[4]. Величина рН определяется количественным соотношением в воде ионов H^+ и OH^- , образующихся при диссоциации воды. Если в воде пониженное содержание свободных ионов водорода ($pH > 7$) по сравнению с ионами OH^- , то вода будет иметь щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов H^+ ($pH < 7$) - кислую. В идеально чистой дистиллированной воде эти ионы будут уравнивать друг друга. В таких случаях вода нейтральна и $pH = 7$ [13].

При растворении в воде различных химических веществ этот баланс может быть нарушен, что приводит к изменению уровня рН. В зависимости от кислотности вода классифицируется следующим образом: рН 1-3- сильнокислая вода; рН 3-5- кислая вода; рН 5-6 - слабокислая вода; рН 6-7- очень слабокислая вода; рН = 7 - нейтральная вода; рН- 7-8 - очень

слабощелочная вода; рН 8-9 — слабощелочная вода; рН 9-10 — щелочная. Водородный показатель рН широко используется для характеристики кислотно-основных свойств различных биологических сред. Кислотность реакционной среды особое значение имеет для биохимических реакций, протекающих в живых системах. Концентрация в растворе ионов водорода часто оказывает влияние на физико-химические свойства и биологическую активность белков и нуклеиновых кислот, поэтому для нормального функционирования организма поддержание кислотно-основного гомеостаза является задачей исключительной важности. Динамическое поддержание оптимального уровня рН биологических жидкостей достигается благодаря действию буферных систем организма. В человеческом организме в различных органах водородный показатель различен[2].

1.5 Потенциометрическое определение величины рН

Использование специального прибора — рН-метра — позволяет измерять рН в более широком диапазоне и более точно (до 0,01 единицы рН), чем с помощью индикаторов. Ионметрический метод определения рН основывается на измерении милливольтметром ЭДС гальванической цепи, включающей специальный стеклянный электрод, потенциал которого зависит от концентрации ионов H^+ в окружающем растворе[7,8,9]. Способ отличается удобством и высокой точностью, особенно после калибровки индикаторного электрода в избранном диапазоне рН, позволяет измерять рН непрозрачных и цветных растворов и потому широко используется. [6]. Главные настройки выполняются при калибровке по буферным растворам с точно известным значением рН — устанавливается крутизна усиления и смещение нуля[11].

Цифровой датчик рН предназначен для измерения водородного показателя (рН) водных растворов. Цифровой датчик рН состоит из электрода, стеклянного комбинированного и выполненного в пластиковом корпусе электронного блока, которые соединяются между собой с помощью кабеля с разъемом. Электрод представляет собой пластиковую трубку, внутри которой помещена трубка из стекла, в которой, в свою очередь, находится хлорсеребряный электрод сравнения. Электрод сравнения погружен в 3М раствор КСl. На конце стеклянной трубки находится стеклянный шарик — чувствительный элемент, на поверхности которого сорбируются ионы водорода и возникает потенциал, прямо пропорциональный значению рН. Измерение потенциала мембраны происходит относительно хлорсеребряного электрода сравнения[3]. Пластиковый корпус электрода имеет выступы, предохраняющие шарик от механических воздействий. При хранении шарик закрыт защитным колпачком, в котором находится насыщенный раствор КСl.

Цифровой датчик рН имеет диапазон измерений 0 – 12 ед. рН при температуре раствора 20°C. Чувствительность его составляет 0.01 ед. рН, погрешность (при температуре раствора 20°C) — не более $\pm 0,1$ ед. рН. Диапазон температур исследуемых растворов от 10 до 80°C.

Время достижения 95% значения измеряемой величины 10 сек.

Компьютерная программа проводит представление данных на мониторе в виде зависимости рН от времени. Программа автоматически выполняет температурную коррекцию показаний датчика в соответствии с температурой раствора, введенной в специальном окне экрана работы с датчиком.

Представление данных на мониторе осуществляется в виде зависимости рН от времени. Габариты датчика: 70x40x25мм.

1.6 Проблема питьевой воды в Калмыкии и способы ее решения

Водные ресурсы Калмыкии сильно минерализованы, для питьевых нужд не пригодны и даже опасны. Требуется альтернативный источник с качественной пресной водой и неиссякаемыми запасами. Среднее удельное водопотребление в Калмыкии в два раза ниже общероссийского уровня и составляет до 70 литров в сутки на одного жителя, в сельской местности – меньше 40 литров.

Вода в Элисту сегодня подается из Верхнеяшкульского месторождения, вода в котором значительно соленее, чем в Баяртинском месторождении. Трубопровод к «Баярте» находится в аварийном состоянии. Использование только одного ресурса усугубляет ситуацию, снижается надежность, аварии приводят к отключению всего города. Поэтому в краткосрочной перспективе – реконструкция Баяртинского месторождения. Разработана «Единая схема водоснабжения и водоотведения Республики Калмыкия на 2021 – 2036 годы». Альтернативой соленым подземным водам может стать гарантированный источник пресных вод – река Волга. В 80-х годах прошлого века существовали два водовода от Волги – Юстинский и Северный групповые водопроводы. Они обеспечивали потребителей центральной и северной части Калмыкии, планировалось довести воду до Элисты, но не дотянули 80 км. Несмотря на общую дороговизну стратегического «волжского» проекта, он является экономически обоснованным. Это даст Элисте: во-первых, водоснабжение водой хорошего качества; во-вторых, чередование воды из Волги с водой из «Баярты» снизит износ подводящего водотока и, главное, позволит строить водопровод из Волги в одну нитку, что ощутимо снизит затраты.

Большим спросом в Элисте пользуются уличные автоматы по продаже питьевой водой. Перед ними часто можно увидеть очереди – люди набирают по несколько бутылок, а то и фляг. Всего в Элисте расположено более 50 «водяных» автомата. Вода для них проходит очистку в специальном цеху и полностью пригодна для питья. Как отметили в «Роспотребнадзоре», у троих

владельцев имеется собственная скважина, тогда как оставшиеся две фирмы используют водопроводную воду. Очистка воды производится с помощью специализированных установок, в том числе на аппаратах обратного осмоса (Обратный осмос – фильтр для очистки воды, который проталкивает воду через обратноосмотическую мембрану). Сетка мембраны пропускает только воду, а все примеси остаются на стенке мембраны. У каждого автомата есть свой резервуар, воду из цеха к ним доставляют на специализированном транспорте. Проверка на соответствие санитарным нормам проводится каждые три года. Можно заметить, что в городе Элиста автоматов становится все больше и больше.

1.7 Водоснабжение села Троицкое

Село Троицкого Республики Калмыкия (Троицкое (калм. Булһн селән)) – основано в 1862 году. В состав Троицкого сельского муниципального образования входит один населенный пункт - село Троицкое. По данным администрации Троицкого сельского муниципального образования Республики Калмыкия на 2021 год численность населения муниципального образования составляет: 12 964 человек. Общая площадь Троицкого муниципального образования составляет – 545,69 км² (10,38 %). В настоящее время, часть села Троицкое пользуется подземными источниками воды, остальная часть села, где нет сетей водоснабжения, используют привозную воду.

Подачу воды в село Троицкое осуществляют три организации: ООО «Целинный водоканал», МООО «Восход» и ООО «Союзшахтосушение». Эксплуатационные запасы Булгунского месторождения на основании данных Волгагеокома (протокол №23 от 01.11.1995г.) составляет 4000 м³/сутки. В Булгунское месторождение входят: три артезианских скважины, водонапорная башня (башня Рожновского) и распределяющая водопроводная.

Качество воды, подаваемой потребителям, соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Фактическая производительность – 57,3 м³/час.

Для хозяйственного-питьевого водоснабжения села в настоящее время используются некондиционные подземные воды Ергенинской возвышенности.

Глава 2. Объекты и методы исследования

2.1 Объекты исследования

Объектами исследования послужили образцы воды уличных автоматов села Троицкое: проба №1 –«Оазис»; проба №2- «Ключ к здоровью»; проба №3- «Левада». Часть анализов проведена в школьной лаборатории с использованием оборудования «Точки Роста», содержание катионов и анионов – в лаборатории «Биовет» Калмыцкого государственного университета в системе капиллярного электрофореза «Капель 105М».

2.2 Методика определения жесткости

К 10мл пробы долить до метки 100мл дистиллированную воду, перелить в коническую колбу на 300мл[9].

+2мл 2н NaOH

+5 мл индикатора-хромоген кислотный темно-синий, титровать 0,05н трилоном Б (0,3-5мл) от розового до сиреневого.

Здесь же: прибавить HCl 1:4 несколько капель до переходящего окрашивания от сиреневого до розового (нейтральная среда)

+5мл хлоридно-аммиачного буфера титровать трилоном Б 0,05н раствором до синей окраски.

Расчеты по формулам:

$$Ca^{2+} = V_{1\text{трБ}} * N_{\text{трБ}} * Э_{Ca} * 1000 / V_{\text{пр}}$$

$$Mg^{2+} = (V_{\text{трБ общ}} - V_{1\text{трБ}}) * N_{\text{трБ}} * Э_{Mg} * 1000 / V_{\text{пр}}$$

$$Э(Mg^{2+}) = 12,15$$

$$Э(Ca^{2+}) = 20,04$$

2.3 Методика выполнения измерений pH потенциометрическим методом

Цифровая лаборатория по химии (ученическая) Точка Роста Releon, цифровой USB- датчик pH, пробы воды, стакан вместимостью 50 см³.

Ход анализа. Анализируемую пробу объемом 50 см³ поместили в химический стакан вместимостью 50 см³. Электроды промыли дистиллированной водой, обмыли исследуемой водой, погрузили в стакан с анализируемой пробой. При этом шарик стеклянного измерительного электрода необходимо полностью погрузить в раствор. Отсчет величины pH по шкале прибора проводят, когда показания прибора не будут изменяться более чем на 0,2 единицы pH в течение одной минуты, через минуту измерение повторяют, если значения pH отличаются не более чем на 0,2, то за результат анализа

принимают среднее арифметическое значение. После измерений электроды ополоснули дистиллированной водой и протерли фильтровальной бумагой.

2.4 Методика определения нитрат-ионов и хлорид-ионов

Опасность нитратов обусловлена их токсичным действием на организм. Различают первичную и вторичную, возникающую при образовании нитритов, а также - третичную, связанную с образованием нитрозоаминов[1].

Накапливаясь в организме человека, нитраты реагируют с гемоглобином крови, образуя метгемоглобин. Это вещество не переносит кислород и приводит к кислородному голоданию тканей. Нитраты губительно воздействуют на нервную, сердечно-сосудистую систему, желудочно-кишечный тракт и другие органы.

По этим причинам необходимо ограничивать поступление нитратов в организм - минимизировать потребление нитратсодержащих продуктов и не употреблять воду с повышенной концентрацией нитратов (более 45 мг/л).

Порядок проведения работы

1. Электрод нитрат-ионов или хлорид-ионов предварительно следует подготовить к работе. Электрод тщательно обмыть дистиллированной водой и выдержать в растворе близком по составу к анализируемому в течение суток. После вымачивания, электрод вновь тщательно отмыть дистиллированной водой и осторожно промокнуть фильтровальной бумагой.
2. Совместно с электродом нитрат-ионов или хлорид-ионов необходимо использовать электрод сравнения. Перед началом измерения следует открыть заливочное отверстие электрода сравнения, снять защитный колпачок, надетый на нижнюю часть электрода и промыть наружный электролитический ключ дистиллированной водой.
3. Подключить датчик нитрат-,хлорид-ионов к ноутбуку.
4. Запустить программу измерений Releon Lite.
5. В стакан поместить пробу воды.
6. Поместить электроды сравнения и нитрат-,хлорид-ионов в стакан, подождать установления показаний в течение нескольких минут.
7. Повторить измерения с другими образцами.

2.5 Принцип работы системы капиллярного электрофореза

«Капель-105М»

Измерение массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, лития, магния, стронция, бария и кальция проводилось с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» (фото7-9).

Измерение массовой концентрации анионов: хлорид-ионов, нитрит-ионов, нитрат-ионов, сульфат-ионов, нитрат-ионов, фторид-ионов и фосфат-ионов проводилось с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель».

Система капиллярного электрофореза «Капель-105М» активно используется для исследования проб воды и анализа объектов неизвестного состава. Принцип работы прибора основан на разделении компонентов растворенной пробы под действием электрического поля. Результат исследования фиксируется на электрофореграмме. Метод капиллярного электрофореза позволяет определять: 1) катионы щелочных и щелочно-земельных металлов; 2) ионы аммония в пробах жидкостей; 3) нитраты и нитриты; 4) сульфаты; 5) фосфаты; 6) хлориды; 7) фториды; 8) бромиды; 9) иодиды.

В напитках, растительных экстрактах, биологически активных добавках после пробоподготовки можно определить также и содержание органических и аминокислот.

Данный метод основан на разделении заряженных молекул в жидкой среде внутри сверхтонкого кварцевого капилляра под действием электрического тока, молекулы при этом разделяются согласно своему электрическому заряду. На разделение также оказывают влияние рН используемого буферного раствора и электроэндоосмотический поток. Метод не требует предварительной обработки образцов и позволяет осуществлять как качественную, так и количественную оценку. Расчетная формула CDT полностью соответствует текущему определению аналита (суммарное значение фракций), и одновременно с этим программное обеспечение прибора дает возможность проводить количественную оценку каждой фракции в отдельности,

Аналитический этап полностью автоматизирован и включает в себя разведение образца и его инъекцию в анодную часть капилляра. Под действием высокого напряжения в образце, мигрируя по всей длине капилляра, разделяются на фракции, каждая из которых, достигая катодной части капилляра, последовательно регистрируется путем измерения поглощения света на длине волны 200 нм. После завершения миграции капилляры немедленно промываются моющим раствором и подготавливаются к следующему анализу, заполняясь буферным раствором.

После детекции результаты обрабатываются программным обеспечением прибора и отображаются на экране монитора в виде процентного содержания фракций (количественный анализ) и денситометрической кривой (качественный анализ). Результаты качественной и количественной оценки импортируются в протокол исследования, служащий приложением к заключению о результатах анализа.

Глава 3. Результаты исследования

3.1 Система водоочистки

Система водоочистки «Ключ к здоровью» предлагает передовую систему очистки воды с многоуровневым процессом, состоящим из:

- 1) полипропиленового фильтра для удаления твердых частиц;
- 2) гранулированного угольного фильтра для устранения хлора, пестицидов и химических веществ;
- 3) осмотической мембраны для удаления тяжелых металлов, бактерий и вирусов;
- 4) постугольного фильтра для дальнейшего очищения и улучшения вкуса воды;
- 5) минерализатора для обогащения очищенной воды полезными минералами;
- 6) ультрафиолетовой лампы для обеззараживания воды от микроорганизмов;
- 7) системы озонирования для дезинфекции резервуаров для воды перед разливом.

Таким образом, на предприятиях используются современные эффективные методы очистки воды.

3.2 Результаты анализа образцов воды

Результаты анализа образца №1, «Оазис»

Таблица 2

№	Наименование показателя	Единица измерения	Результат измерений	СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода.
1	Жесткость	°Ж	7,6+-1.1	7.0
2	Водородный показатель	ед.рН	6,9+-0,2	6.0-9.0
3	Хлориды	мг/кг	42+-4,2	350
4	Нитриты	мг/кг	н/о	3.0
5	Сульфаты	мг/кг	8,5+-0,85	500
6	Нитраты	мг/кг	2,1+-0,42	45
7	Фториды	мг/кг	н/о	1.5(1.2)
8	Фосфаты	мг/кг	15+-1,5	
9	Аммоний	мг/дм ³	н/о	2.0
10	Калий	мг/дм ³	н/о	
11	Натрий	мг/дм ³	37,5+-3,8	200
12	Магний	мг/дм ³	1,1+-0,22	

13	Кальций	мг/дм ³	1,5+-0,3	
14	Стронций	мг/дм ³	н/о	7.0
15	Барий	мг/дм ³	н/о	0.1
16	Литий	мг/дм ³	н/о	0.03

Результаты анализа образца №2, «Ключ к здоровью»

Таблица 3

№	Наименование показателя	Единица измерения	Результат измерений	СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода.
1	Жесткость	°Ж	7,7+-1,2	7.0
2	Водородный показатель	ед.рН	5,9+-0,2	6.0-9.0
3	Хлориды	мг/кг	27+-2,7	350
4	Нитриты	мг/кг	н/о	3.0
5	Сульфаты	мг/кг	8,0+-0,8	500
6	Нитраты	мг/кг	н/о	45
7	Фториды	мг/кг	н/о	1.5(1.2)
8	Фосфаты	мг/кг	8,8+-0,88	
9	Аммоний	мг/дм ³	н/о	2.0
10	Калий	мг/дм ³	н/о	
11	Натрий	мг/дм ³	31+-3,1	200
12	Магний	мг/дм ³	0,76+-0,15	
13	Кальций	мг/дм ³	1,1+-0,22	
14	Стронций	мг/дм ³	н/о	7.0
15	Барий	мг/дм ³	н/о	0.1
16	Литий	мг/дм ³	н/о	0.03

Результаты анализа образца №3, «Левада»

Таблица 4

№	Наименование показателя	Единица измерения	Результат измерений	СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода.
1	Жесткость	°Ж	5,7+-0,9	7.0
2	Водородный показатель	ед.рН	6,1+-0,2	6.0-9.0
3	Хлориды	мг/кг	23+-2,3	350
4	Нитриты	мг/кг	н/о	3.0
5	Сульфаты	мг/кг	4,2+-0,84	500
6	Нитраты	мг/кг	1,5+-0,3	45
7	Фториды	мг/кг	н/о	1.5(1.2)
8	Фосфаты	мг/кг	18+-1,8	
9	Аммоний	мг/дм ³	н/о	2.0
10	Калий	мг/дм ³	н/о	
11	Натрий	мг/дм ³	26+-2,6	200

12	Магний	мг/дм ³	0,61+-0,12	
13	Кальций	мг/дм ³	1,1+-0,22	
14	Стронций	мг/дм ³	н/о	7.0
15	Барий	мг/дм ³	н/о	0.1
16	Литий	мг/дм ³	н/о	0.03

Случайную погрешность анализа характеризовали с помощью стандартного отклонения:

$$S_n = \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \dots + \Delta x_n^2} / (n-1)$$

Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать выводы:

- 1) по показателям жесткости воды образцы №1 «Оазис» и №2 «Ключ к здоровью» (7,6-7,7 при норме 7,0) не соответствуют нормам;
- 2) по показателю кислотности проба №2 «Ключ к здоровью» слабокислая вода (рН=5,9); остальные относятся (рН 6-7) к очень слабокислым, пробы воды №1 и 3 соответствуют принятым санитарно-гигиеническим требованиям;
- 3) по содержанию анионов ни в одном образце нет превышения норм, нитрит-ионы и фторид-ионы не обнаружены; минимальное содержание анионов в пробе №3 «Левада»; в двух пробах обнаружены нитраты: №2 «Ключ к здоровью» и №3 «Левада»; хлорид-ионов больше всего в образце №1 «Оазис»; больше всего фосфат-ионов в пробе №3 «Левада»;
- 4) по содержанию катионов нет превышения норм; не обнаружены ионы аммония, калия, стронция, лития и бария; больше всего катионов содержится в пробе №1 «Оазис».

Таким образом, в пробе №3 «Левада» нет превышения норм ни по одному показателю, следовательно, здесь самая эффективная система очистки воды.

Заключение

По результатам анализа можно судить о том, что вода из автомата не всегда соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Необходим также анализ по бактериологическим показателям.

Список использованной литературы

1. Андросова В.Г., Карпов В.А. и др. Внеклассная работа по химии в сельской школе. Книга для учителя – М.: Просвещение,1983.-127с
2. Ашимихина Т.Я. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие.-М. Академический Проект,2006.- 416с.
3. Белов Ф.А. Геология и полезные ископаемые Калмыцкой АССР. Калмыцкое книжное издательство.Элиста-1965г.
4. Глинка Н.Л.Общая химия- Л.:Химия,2008.-704с.
5. Евсеева И.И. и др. Химия в сельском хозяйстве. М., «Просвещение», 1973.-144с
6. Израэль Ю.А.Экология и контроль состояния природной среды и пути ее решения.-Л.Гидрометеиздат,1984.-560с
7. Крешков А.П., А.А.Ярославцев. Курс аналитической химии. Книга вторая. М., «Химия»,1975
8. Коробкин В.И.Экология и охрана окружающей среды:учебник-М.:Дрофа,2004.- 624с.
9. Логинов Н.Я. и др. Аналитическая химия. М.: «Просвещение», 1975.478с
10. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. М.: Химия. 1973.
11. Орлов Л.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении.-М. Высшая школа,2002.-334с.
12. СанПиН 2.1.4.1074-01. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
13. «Химия» Еженедельное приложение к газете «Первое сентября»,1998г № 27-32

Интернет-ресурсы:

- 1 <https://riakalm.ru>
- 2 <https://riakalm.ru/index.php/news2/33653-v-kalmykii-poyavitsya-novyj-obekt-vodosnabzheniya>

Приложение



Фото 2 Взятие пробы воды, автомат «Третий кран» («Ключ к здоровью»)

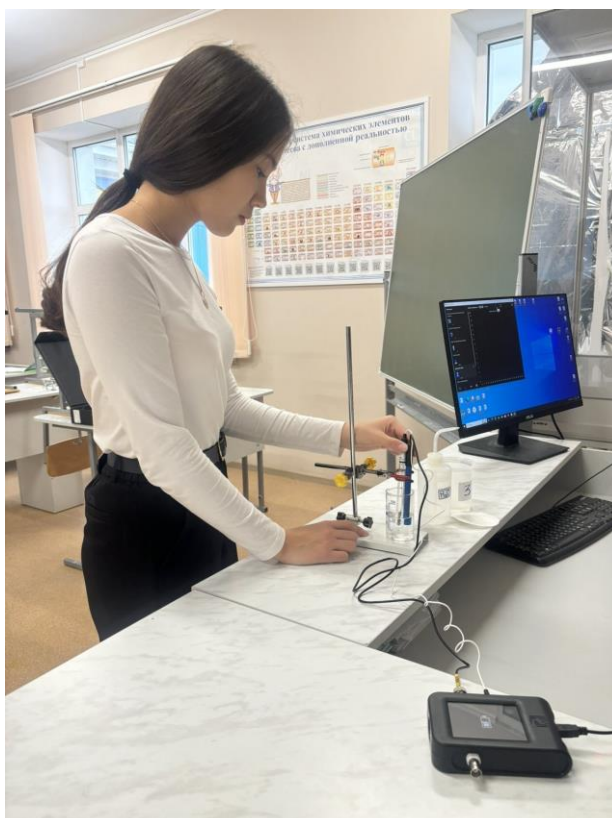


Фото 3 Определение содержания нитрат-ионов с помощью датчика в пробе
ВОДЫ

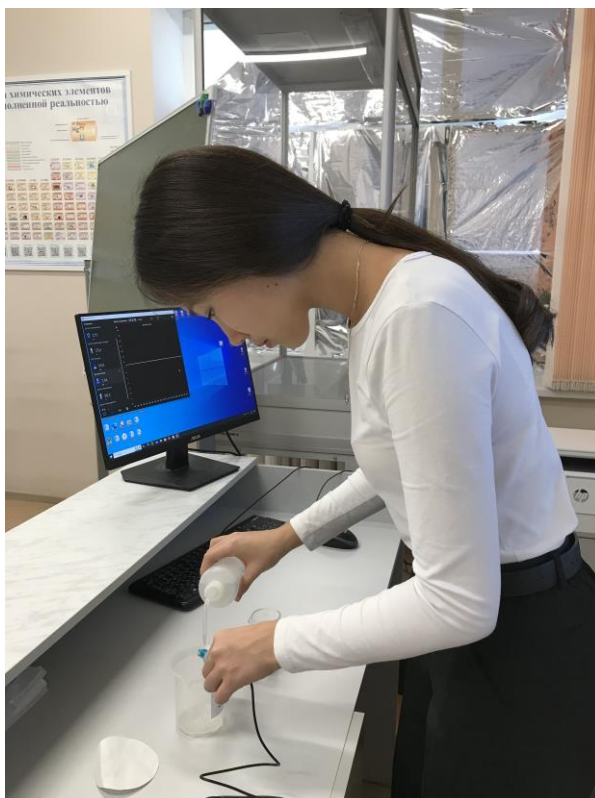


Фото 4 Подготовка рН метра к анализу

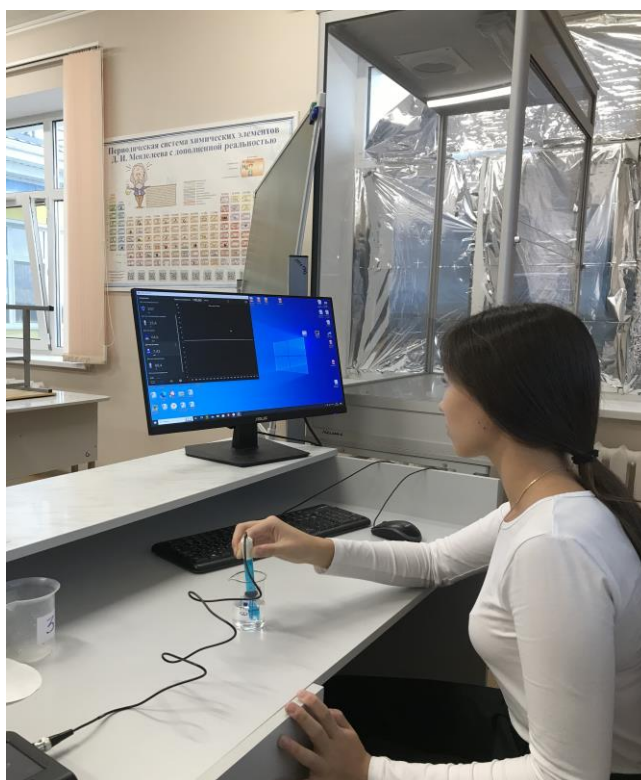


Фото 5 Определение кислотности среды в образцах

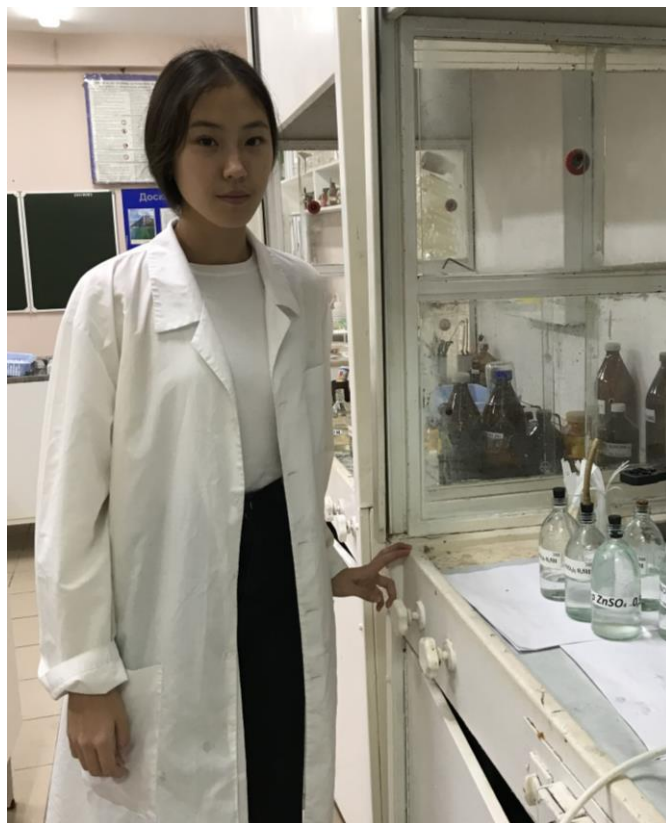


Фото 6 Подготовка проб к анализу



Фото 7 Определение содержания ионов в пробах воды с помощью аппарата капиллярного электрофореза «Капель 105М»

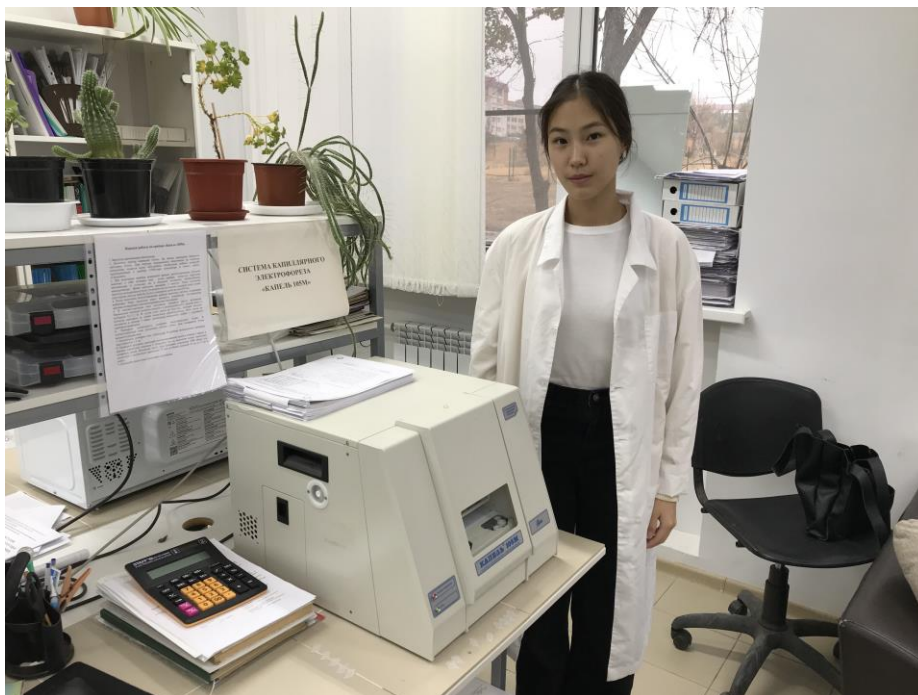


Фото 8 Определение содержания катионов и анионов в пробах воды

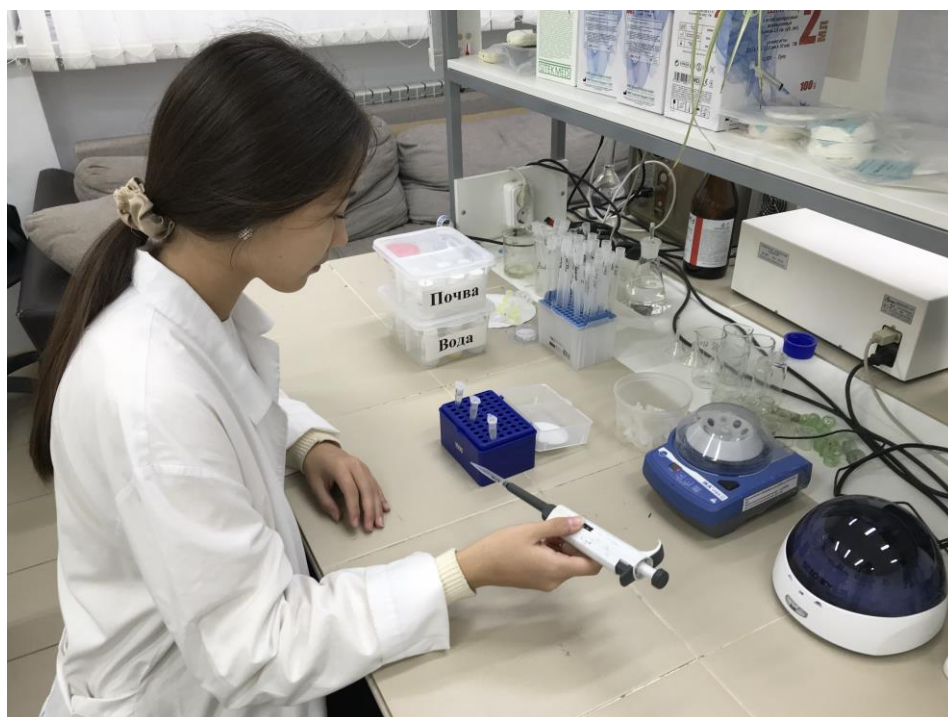


Фото 9 Подготовка проб воды к анализу

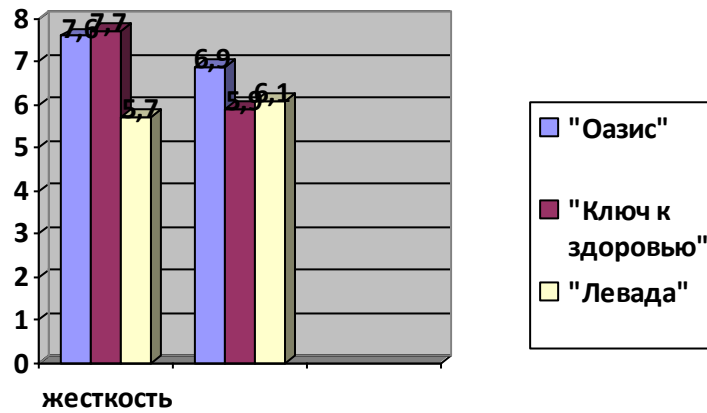


Диаграмма 1 Результаты анализа образцов по жесткости и водородному показателю

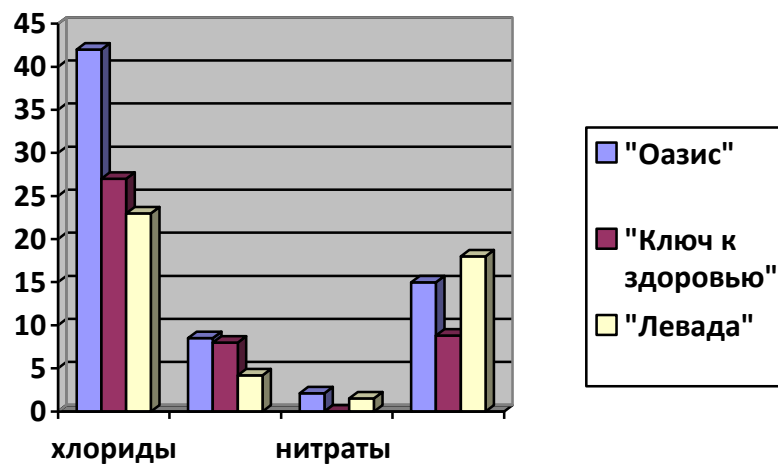


Диаграмма 2. Результаты анализа образцов по содержанию хлорид-ионов, сульфат-ионов, и нитрат-ионов фосфат-ионов.

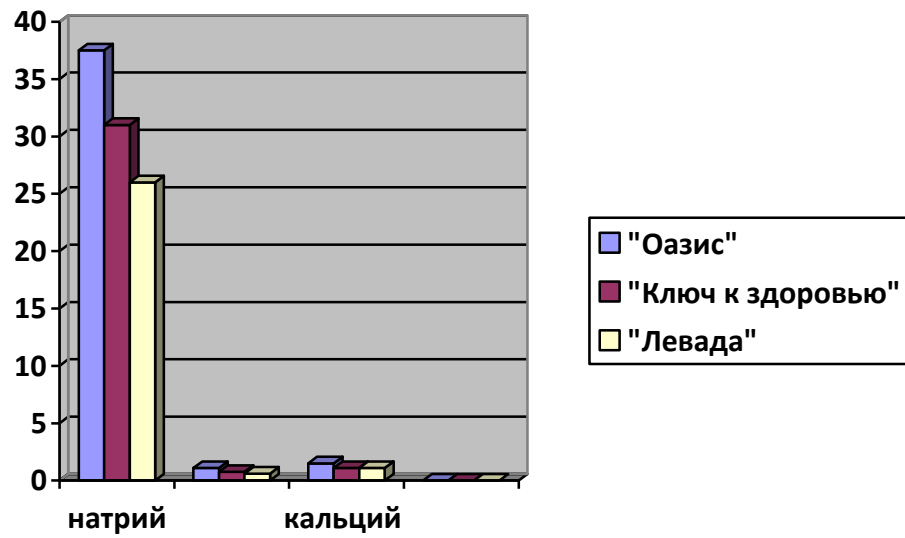


Диаграмма 3. Результаты анализа образцов по содержанию катионов: натрия, магния, кальция, стронция.